

## Ketahanan Berbagai Kultivar Padi Lokal terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri

### Resistance of Local Rice Cultivars to Bacterial Leaf Blight Disease

Andi Khaeruni\*, Erwin Najamuddin, Teguh Wijayanto, Syair  
Universitas Halu Oleo, Kendari 93232

#### ABSTRAK

Penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi di Indonesia, termasuk di Sulawesi Tenggara. Penggunaan varietas tahan merupakan salah satu strategi pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengatasi penyakit. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat ketahanan beberapa varietas padi lokal asal Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV, VIII, dan X. Penelitian dilakukan di rumah kaca menggunakan tiga patotipe pada 11 kultivar padi lokal. Inokulasi bakteri dilakukan menggunakan metode pengguntingan daun pada fase vegetatif dan generatif. Pengamatan terhadap insidensi penyakit hawar daun bakteri dilakukan 3 minggu setelah inokulasi. Data insidensi penyakit digunakan untuk menentukan tingkat ketahanan tanaman uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode inkubasi penyakit pada kultivar Kelaca lebih lama dibandingkan dengan kultivar lainnya. Pada fase vegetatif, kultivar ini bereaksi agak tahan terhadap patotipe IV dan X serta sangat tahan terhadap patotipe VIII; sedangkan pada fase generatif bereaksi agak tahan terhadap patotipe IV dan VII, serta sangat tahan terhadap patotipe X. Oleh karena itu, kultivar Kelaca dapat direkomendasikan untuk ditanam pada daerah endemis penyakit hawar daun di Sulawesi Selatan dan Tenggara.

Kata kunci: insidensi penyakit, patotipe, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

#### ABSTRACT

Bacterial leaf blight disease caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* is an important rice disease in Indonesia, including in South East Sulawesi. The use of resistant varieties is one of the effective and environmentally friendly control strategies to suppress the disease. This study aimed to determine the level of resistance of some local rice varieties of South and Southeast Sulawesi against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pathotypes IV, VIII and X. The study was conducted in a screen house involving 3 bacterial pathotypes and 11 local rice cultivars. Shearing method was used for inoculation of bacteria to leaf on vegetative and generative phases. Disease incidences were measured 3 weeks after inoculation, and the data was further used to determine the level of resistance of the tested rice cultivars. The results showed that incubation period of the disease was longer on Kelaca cultivar compared to other cultivars. On vegetative phase, this cultivar showed moderate resistant to pathotypes IV and X, and highly resistant to patotype VIII, whereas on the generative phase it showed moderate resistant to pathotypes IV and VII, and highly resistant to pathotype X. Therefore, Kelaca cultivar can be recommended for endemic areas of leaf blight in South and Southeast Sulawesi.

Key words: disease incidence, pathotype, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

\*Alamat penulis korespondensi: Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Jalan HEA Mokodompit, Kendari 93232.  
Tel: 0401-3122320, Faks: 0401-0401-3197045, Surel: akhaeruni@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Hawar daun bakteri (HDB) yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* merupakan salah satu penyakit padi yang sulit dikendalikan karena memiliki banyak patotipe dan penyebarannya mudah terjadi (Akhtar *et al.* 2008). Di Indonesia, diketahui terdapat 12 patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* dengan tingkat virulensi yang berbeda dan merupakan ancaman utama bagi produksi padi nasional (Wahyudi *et al.* 2011). Infeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada tanaman padi di Indonesia menyebabkan kerugian hasil panen sebesar 21–36% pada musim hujan dan 18–28% pada musim kemarau (Suparyono *et al.* 2004). Penanaman satu jenis varietas secara terus-menerus dengan skala yang luas dapat menyebabkan pergeseran patotipe sehingga patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* menjadi semakin virulen.

Penyakit HDB juga merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi sawah di Sulawesi Tenggara. Berdasarkan pengelompokan patotipe sistem KOZAKA yang menggunakan varietas diferensial, dilaporkan terdapat 3 kelompok patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* di Sulawesi Tenggara, yaitu patotipe IV, VIII, dan X yang memiliki virulensi tinggi (Khaeruni dan Wijayanto 2013).

Penggunaan varietas tahan terhadap patotipe yang dominan di daerah tertentu merupakan salah satu cara untuk mengendalikan *X. oryzae* pv. *oryzae*. Pengendalian penyakit dengan menggunakan varietas tahan merupakan cara pengendalian yang efektif, murah, dan mudah untuk dilakukan sepanjang varietas tahan tersedia di masyarakat. Rahim *et al.* (2012) melaporkan 6 varietas padi komersial yang diuji terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV, VIII, IX, dan X, tidak ada satu pun varietas yang tahan. Oleh karena itu, pencarian varietas atau kultivar tahan perlu terus dilakukan. Kultivar padi lokal yang telah dibudidayakan oleh masyarakat di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara perlu dievaluasi ketahanannya terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae*. Penelitian ini bertujuan

menentukan tingkat ketahanan kultivar padi lokal asal Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara terhadap penyakit HDB.

## BAHAN DAN METODE

### Isolat *X. oryzae* pv. *oryzae* dan Benih Padi

Isolat *X. oryzae* pv. *oryzae* yang digunakan ialah patotipe IV, VIII, dan X asal Sulawesi Tenggara (koleksi Laboratorium Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Haluoleo). Padi lokal yang diuji sebanyak 6 kultivar asal Sulawesi Tenggara (Pae Nggonggohia, Pae Biu, Pae Nggomumu, Pae Wila, Padae Hada, Padae Wolio) dan 5 kultivar dari Sulawesi Selatan (Mandi, Kelaca, Pulu Lotong, Mandoti, Pulu Pute). Padi var. IR64 yang digunakan sebagai varietas rentan diperoleh dari hasil panen tanaman yang bebas dari penyakit HDB.

### Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan di rumah kaca disusun dalam rancangan acak kelompok. Sebanyak 11 kultivar uji dan varietas IR64 diinokulasi dengan 3 patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* sehingga diperoleh 36 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga total keseluruhan terdapat 108 tanaman uji.

Benih padi diperam semalam sebelum dikecambahkan di cawan petri yang dialasi kertas buram lembap. Benih yang berkecambah pada umur 2 hari disemai pada kotak semai yang berisi arang sekam bercampur pupuk kandang dengan perbandingan 3:1 (v/v). Bibit berumur 21 hari dipindah tanam dalam pot kantong plastik ukuran 30 cm × 20 cm yang berisi medium campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 4:1 (v/v) kemudian diletakkan dalam rumah kaca. Tanaman disiram setiap pagi hari, gulma dan hama yang ditemukan dikendalikan secara manual. Pemeliharaan tanaman dilakukan sejak pindah tanam sampai pengujian selesai.

Isolat dari setiap patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* dibiakkan secara terpisah pada medium *pepton sukrosa agar* (PSA) selama 48 jam. Kultur murni disuspensikan dalam

akuades steril hingga mencapai kepadatan  $10^8$ – $10^9$  cfu mL<sup>-1</sup> dan digunakan sebagai sumber inokulum (Khaeruni *et al.* 2014a).

Inokulasi setiap patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* pada tanaman uji dilakukan 2 tahap, yaitu pada fase vegetatif ketika tanaman berumur 3 minggu setelah tanam (MST) dan pada fase generatif tanaman berumur 8 MST. Inokulasi dilakukan pada 5 sampel daun yang membuka sempurna dengan menggunting daun sekitar 2–3 cm dari ujung daun menggunakan gunting yang telah dicelupkan dalam suspensi *X. oryzae* pv. *oryzae*.

### Pengamatan

Pengamatan meliputi periode inkubasi, insidensi penyakit, dan reaksi ketahanan. Pengamatan periode inkubasi dilakukan setiap hari mulai 1 hari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pada daun yang diinokulasi patogen. Pengamatan insidensi penyakit dilakukan 3 minggu setelah inokulasi pada setiap tahap inokulasi (fase vegetatif dan generatif).

Insidensi penyakit diamati dengan mengukur panjang gejala HDB pada setiap daun sampel yang diinokulasi. Insidensi penyakit dihitung menggunakan rumus :

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

IP, insidensi penyakit; n, panjang gejala HDB pada daun sampel; N, panjang daun sampel.

Kriteria tingkat ketahanan tanaman ditentukan berdasarkan nilai insidensi penyakit pada setiap kultivar yang diuji pada setiap patotipe berdasarkan nilai skoring yang ditetapkan oleh IRRI tahun 1996 (Tabel 1).

Tabel 1 Skor dan insidensi penyakit tanaman berdasarkan pada luas daun padi yang bergejala hawar daun (SES, IRRI 1996)

Skor	Insidensi penyakit (%)	Reaksi ketahanan
1	0–3	Sangat tahan (ST)
2	4–6	Tahan (T)
3	7–12	Agak tahan (AT)
4	13–50	Agak rentan (AR)
5	51–75	Rentan (R)
6	>75	Sangat rentan (SR)

## HASIL

### Periode Inkubasi

Periode inkubasi penyakit pada fase vegetatif bervariasi dari 2.7–4 hari setelah inokulasi. Pada beberapa kultivar memiliki periode inkubasi penyakit yang lebih lama dibandingkan dengan pada varietas IR 64, yaitu 2.7–3.0 hari (Tabel 2). Periode inkubasi penyakit terpanjang terjadi pada kultivar Kelaca baik pada fase vegetatif maupun fase generatif. Varietas IR64 dan kultivar Pae Biu tergolong rentan, menunjukkan gejala layu dan muncul bercak kelabu pada tepi daun serta sedikit menggulung ke arah dalam, sedangkan gejala layu tidak terjadi pada kultivar Kelaca yang tergolong varietas tahan.

### Insidensi Penyakit dan Reaksi Ketahanan

Insidensi penyakit hawar daun pada kultivar padi lokal yang diuji pada fase vegetatif bervariasi dari 2.6–77.6% sehingga reaksi ketahanan kultivar-kultivar padi lokal tersebut bervariasi dari rentan sampai sangat tahan, sementara insidensi penyakit pada varietas IR64 berkisar 24–46.8% sehingga varietas ini bereaksi agak rentan terhadap semua patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae*. Ketahanan terbaik pada fase vegetatif terdapat pada kultivar Kelaca asal Sulawesi Selatan yang bereaksi agak tahan terhadap patotipe IV dan X, serta tahan terhadap patotipe VIII. Kultivar Paedai Wolio asal Sulawesi Tenggara memiliki reaksi agak rentan pada semua patotipe, sementara kultivar Mandi, Pae Ngongghia, Pae Biu, Kelaca, Pullu Lotong, Pae Wila, Paedai Hada, Mandoti, Pullu Pute, Paedai Wolio memperlihatkan reaksi rentan sehingga kultivar tersebut memiliki ketahanan lebih rendah dibandingkan dengan varietas IR64 (Tabel 3).

Pada fase generatif insidensi penyakit berkisar 3.3–22.7% sehingga reaksi ketahanan berbagai kultivar padi lokal yang diinokulasikan dengan 3 patotipe *X. oryzae* pv. *oryzae* juga bervariasi jika dibandingkan dengan varietas IR64. Ketahanan terbaik diperlihatkan padi kultivar Kelaca yang memiliki respons agak tahan terhadap patotipe IV dan VIII serta sangat tahan terhadap patotipe X. Selain

Tabel 2 Periode inkubasi (hari) penyakit hawar daun bakteri pada varietas padi lokal yang diinokulasi dengan 3 patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

Kultivar padi lokal	Patotipe IV		Patotipe VIII		Patotipe X	
	Veg	Gen	Veg	Gen	Veg	Gen
Pae Ngonggohia	4.0	3.7	3.0	3.0	3.0	2.7
Pae Biu	3.0	2.7	2.7	3.0	2.7	2.7
Pae Nggomumu	3.3	3.0	3.7	3.0	3.0	3.7
Pae Wila	3.3	3.0	3.3	4.0	3.7	4.3
Paedai Hada	3.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Paedai Wolio	3.3	4.0	3.0	3.7	3.3	3.3
Mandi	3.3	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Kelaca	4.0	4.7	3.7	4.7	3.7	4.7
Pulu Lotong	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0
Mandoti	3.0	3.0	3.0	3.0	2.7	3.0
Pulu Pute	3.0	3.0	3.0	3.7	2.3	3.7
IR64*	3.0	3.0	2.7	3.0	2.7	3.0

Veg, fase vegetatif; Gen, fase generatif

\*, kontrol varietas rentan

Tabel 3 Insidensi penyakit (IP) dan respons ketahanan berbagai kultivar padi lokal dan IR64 terhadap 3 patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada fase vegetatif

Kultivar padi lokal	Patotipe IV		Patotipe VIII		Patotipe X	
	IP (%)	Skor (Respons)	IP (%)	Skor (Respons)	IP (%)	Skor (Respons)
Pae Ngonggohia	41.9	4 (AR)	55.7	5 (R)	39.1	4 (AR)
Pae Biu	71.8	5 (R)	77.6	6 (SR)	46.5	4 (AR)
Pae Nggomumu	11.5	3 (AT)	40.8	4 (AR)	42.5	4 (AR)
Pae Wila	51.3	5 (R)	37.9	4 (AR)	66.5	5 (R)
Paedai Hada	65.2	5 (R)	30.9	4 (AR)	74.3	5 (R)
Paedai Wolio	26.1	4 (AR)	31.6	4 (AR)	46.1	4 (AR)
Mandi	25.6	4 (AR)	51.0	5 (R)	45.8	4 (AR)
Kelaca	7.8	3 (AT)	2.6	1 (ST)	6.9	3 (AT)
Pulu Lotong	52.5	5 (R)	33.7	4 (AR)	35.3	4 (AR)
Mandoti	44.8	4 (AR)	26.5	4 (AR)	51.9	5 (R)
Pulu Pute	23.3	4 (AR)	34.2	4 (AR)	55.5	5 (R)
IR64*	46.8	4 (AR)	24.0	4 (AR)	39.6	4 (AR)

SR, sangat rentan; R, rentan; AR, agak rentan; AT, agak tahan; ST, sangat tahan

\*, kontrol varietas rentan

padi kultivar Kelaca, kultivar Pae Wila memiliki ketahanan yang relatif lebih kuat terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* karena bereaksi tahan terhadap patotipe IV dan X, serta agak tahan terhadap patotipe VIII (Tabel 4).

## PEMBAHASAN

Penentuan periode inkubasi didasarkan munculnya gejala hawar pada daun yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae*. Periode

inkubasi pada beberapa kultivar lebih lama dibandingkan dengan padi var. IR64, baik yang diinokulasi pada fase vegetatif maupun pada fase generatif. Kultivar yang memiliki respons ketahanan terbaik ialah padi kultivar Kelaca, karena memiliki periode inkubasi terlama dan insidensi penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kultivar lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Nayak *et al.* (1987) yang menyatakan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit HDB secara tidak

Tabel 4 Insidensi penyakit (IP) dan respons ketahanan berbagai kultivar padi lokal dan IR64 terhadap inokulasi 3 patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada fase generatif

Varietas/Kultivar	Patotipe IV		Patotipe VIII		Patotipe X	
	IP (%)	Skor (Respons)	IP (%)	Skor (Respons)	IP (%)	Skor (Respons)
Pae Ngonggohia	13.7	4 (AR)	21.0	4 (AR)	9.3	3 (AT)
Pae Biu	13.0	4 (AR)	4.7	2 (T)	20.3	4 (AR)
Pae Nggomumu	16.0	4 (AR)	22.7	4 (AR)	15.0	4 (AR)
Pae Wila	3.8	2 (T)	7.33	3 (AT)	5.6	2 (T)
Paedai Hada	16.7	4 (AR)	14.7	4 (AR)	20.0	4 (AR)
Paedai Wolio	5.3	2 (T)	25.3	4 (AR)	17.0	4 (AR)
Mandi	20.3	4 (AR)	13.7	4 (AR)	6.7	3 (AT)
Kelaca	8.0	3 (AT)	12.0	3 (AT)	3.3	1 (ST)
Pulu Lotong	9.7	3 (AT)	9.3	3 (AT)	7.3	3 (AT)
Mandoti	9.7	3 (AT)	12.0	3 (AT)	5.0	2 (T)
Pulu Pute	5.0	2 (T)	8.0	3 (AT)	13.0	4 (AR)
IR64*	22.0	4 (AR)	34.0	4 (AR)	21.3	4 (AR)

SR, sangat rentan; R, rentan; AR, agak rentan; AT, agak tahan; ST, sangat tahan

\*, kontrol varietas rentan

langsung ditentukan oleh periode inkubasi dan perkembangan penyakit.

Gen ketahanan terhadap ras *X. oryzae* pv. *oryzae* ditentukan oleh gen R mayor (Liu *et al.* 2006). Ketahanan varietas padi terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* berkaitan dengan kandungan gen ketahanan (gen *Xa*), varietas yang memiliki lebih dari satu gen *Xa* memperlihatkan ketahanan yang lebih kuat dibandingkan dengan yang hanya memiliki satu gen *Xa* (Nafisah *et al.* 2007). *X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV mempunyai gen virulensi yang dapat mematahkan gen ketahanan *Xa1*, *Xa2*, *Xa4*, *Xa7*, *Xa10*, *Xa11*, dan *Xa14* pada tanaman padi, patotipe VIII dapat mematahkan gen ketahanan *Xa1*, *Xa2*, *Xa3*, *Xa4*, *Xa7*, *Xa10*, *Xa11*, dan *Xa14*, sedangkan patotipe X dapat mematahkan gen ketahanan *Xa1*, *Xa2*, *Xa4*, *Xa7*, *Xa10*, *Xa11*, *Xa14*, dan *Xa21* (Hifni dan Kardin 1998). Hal ini menunjukkan bahwa padi kultivar Kelaca tahan terhadap patotipe IV, VIII, dan X karena memiliki gen ketahanan *Xa* yang mampu mengatasi gen-gen virulen (*Vir*) dari ketiga patotipe tersebut.

Djarmiko dan Fatichin (2011) menduga bahwa suatu tanaman menjadi tahan terhadap penyakit HDB karena menghasilkan fitoaleksis sebagai hasil interaksi inang-parasit yang fungsinya menghambat perkembangan bakteri. Akumulasi fitoaleksis

dalam konsentrasi tinggi dapat membatasi area infeksi patogen (Suswati *et al.* 2011). Hal yang sama dijelaskan oleh Hasegawa *et al.* (2014) bahwa tanaman padi memiliki respons tahan terhadap penyakit blas karena mengakumulasi senyawa fitoaleksis sakuratenin yang bersifat toksin bagi patogen tanaman dengan cepat setelah terinfeksi patogen. Oleh karena itu, senyawa fitoaleksis diduga pula berpengaruh untuk menghambat penyakit-penyakit hawar daun bakteri pada padi kultivar Kelaca.

Kultivar lokal Pae Wila, Pulu Lotong, Mandoti, Pulu Pute, mengalami peningkatan status ketahanan di fase generatif. Hal ini mengindikasikan bahwa ketahanan kultivar tersebut meningkat seiring dengan pertambahan umur tanaman padi. Hasil yang sama dilaporkan oleh Khaeruni *et al.* (2014b) bahwa semakin tua umur tanaman padi Inpari 10 dan Cisantana yang diinokulasi *X. oryzae* pv. *oryzae* menjadi semakin lambat perkembangan penyakit hawar daun bakterinya. Djarmiko dan Fatichin (2009) melaporkan bahwa fase vegetatif tanaman padi lebih rentan dibandingkan dengan fase generatifnya, sedangkan Aditya *et al.* (2015) mengemukakan bahwa ketahanan lapangan fase generatif padi lebih rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri dibandingkan dengan fase vegetatifnya.

Hasil penelitian ini secara umum memperlihatkan bahwa kultivar padi lokal yang diinokulasi oleh *X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV, VIII, dan X memiliki reaksi ketahanan yang berbeda pada fase vegetatif dan generatif. Kultivar Kelaca memiliki tingkat ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan kultivar uji lainnya. Kultivar ini bereaksi agak tahan terhadap patotipe IV dan X, juga sangat tahan terhadap patotipe VIII pada fase vegetatif; sedangkan pada fase generatif bereaksi agak tahan terhadap patotipe IV dan VIII, juga sangat tahan terhadap patotipe X.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Fundamental Nomor: 0541/023-04.1.01/00/2011.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aditya RH, Wahyuni WS, Miwardjo PA. 2015. Ketahanan lapangan lima genotipe padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *J Fitopatol Indones*. 11(5):160–166. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.11.5.160>
- Akhtar MA, Rafi A, Hameed A. 2008. Comparison of methods of inoculation of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice cultivars. *Pak J Bot*. 40(5):2171–2175.
- Djarmiko HA, Fatichin. 2009. Ketahanan dua puluh satu varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *J HPT Tropika*. 9(2):168–172.
- Hasegawa M, Mitsuhara I, Seo S, Okada K, Yamane H, Iwai T, Ohashi Y. 2014. Analysis on blast fungus-responsive characters of a flavonoid phytoalexin sakuranetin; accumulation in infected riceleaves, antifungal activity and detoxification by fungus. *Molecules*. 19:11404–11418. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules190811404>.
- Hifni HR, Kardin MK. 1998. Pengelompokan isolat *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dengan menggunakan galur isogenik padi IRRI. *Hayati*. 5:66–72.
- IRRI. 1996. Standard Evaluation System for Rice, 4<sup>th</sup> ed. Manila (PH): IRRI PO Box 933. Hlm 52.
- Khaeruni A, Rahim A, Syair, Adriani. 2014a. Induksi ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri di lapangan menggunakan rizobakteri indigenos. *J HPT Tropika*. 14(1):57–63.
- Khaeruni A, Taufik M, Wijayanto T, Johan EA. 2014b. Perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tiga varietas padi sawah yang diinokulasi pada beberapa fase pertumbuhan. *J Fitopatol Indones*. 10(4):119–125. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.10.4.119>.
- Khaeruni A, Wijayanto T. 2013. Pathotype grouping of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolates from South Sulawesi and Southeast Sulawesi. *Agrivita*. 35 (2):138–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.17503/Agrivita-2013-35-2-p138-144>.
- Liu DN, Ronald PC, Bogdanova AJ. 2006. *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Mol Plant Pathol*. 7:303–324. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1364-3703.2006.00344.x>.
- Nafisah, Aan A, Daradjat B, Suprihatno, Triny SK. 2007. Heritabilitas karakter ketahanan hawar daun bakteri dari tiga populasi tanaman padi hasil seleksi daur siklus pertama. *Bull Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 6(2):100–105.
- Nayak P, Rao AVS, Chakrabarti. 1987. Components of resistance to bacterial blight disease of rice. *J Phytopathol*. 119(4):289–237. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0434.1987.tb04402.x>.
- Rahim A, Khaeruni A, dan Taufik M. 2012. Reaksi ketahanan beberapa varietas padi komersial terhadap *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolat Sulawesi Tenggara. *Berkala Penelitian Agronomi*. 1(2):132–138.
- Suparyono, Sudir, Suprihanto. 2004. Pathotype profile of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

- isolates from the rice ecosystem in Java. *Indones J Agriculture Science*. 5:63–69.
- Suswati, Habazar T, Husin EF, Nasir N, Putra DP, Taylor P. 2011. Senyawa phenolik akar pisang cv. kepok (*Musa acuminata*) yang diinduksi dengan fungi mikoriza arbuskular indigenus Pu10-*Glomus* sp.1 terhadap penyakit darah bakteri. *J Nat Indones*. 13(3): 207–213.
- Wahyudi AT, Meliah S, Nawangsih AA. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* bakteri penyebab hawar daun pada padi: isolasi, karakterisasi, dan telaah mutagenesis dengan transposon. *J Sains*. 15(1):89–96.